

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-218499

(43)Date of publication of application : 10.08.1999

(51)Int.Cl.

G01N 21/88
G01B 11/00
G01B 11/24
G06T 7/00
H04N 7/18

(21)Application number : 10-021641

(71)Applicant : HITACHI DENSHI LTD

(22)Date of filing : 03.02.1998

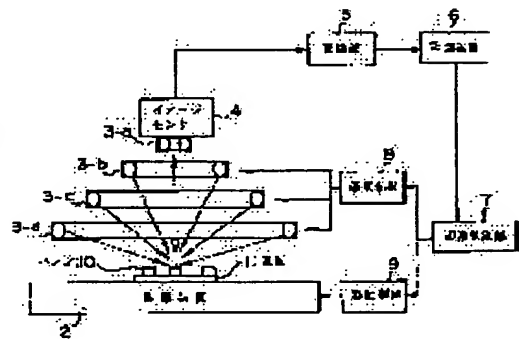
(72)Inventor : TAKEYASU KIYOO
KITAMURA SATORU

(54) VISUAL INSPECTION DEVICE AND ITS IMAGE-PROCESSING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve a fine object inspection ability by grasping, so to speak, appearance state being obtained from a multi-stage lighting image in terms of pattern matching.

SOLUTION: An image signal from an image sensor 4 is converted to digital data by a conversion part 5 and is stored at a storage 6. A recognition control part 7 inspects a bump based on data obtained from the lighting of lighting devices 3a, 3b, 3c and 3d at each stage stored at the storage 6. An upper-stage image 3a and a lower-stage image 3b are suited for extracting failure of a surface state, and failure around an element, respectively. And another lighting image makes clear frailer classification. For example, when the bump has a projection, the feature does not appear in the image of the upper-stage lighting 3a, but it appears in the image of the middle upper-stage lighting 3b, the middle lower-stage lighting 3c, and the lower-stage lighting 3d. When the bump has a recess and a cut-out, the same shape as a normal bump appears in the image of the middle upper-stage lighting 3b, the middle lower-stage lighting 3c, and the lower-stage lighting 3d, but the features appears in the image of the upper-stage lighting 3a.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-218499

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月10日

(51) Int.Cl.⁴

識別記号

F I

G 0 1 N 21/88

G 0 1 N 21/88

J

G 0 1 B 11/00

G 0 1 B 11/00

H

11/24

11/24

C

G 0 6 T 7/00

H 0 4 N 7/18

B

H 0 4 N 7/18

G 0 6 F 15/62

4 0 5 A

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願平10-21641

(22) 出願日

平成10年(1998) 2月3日

(71) 出願人 000005429

日立電子株式会社

東京都千代田区神田和泉町1番地

(72) 発明者 武安 清雄

東京都小平市御幸町32番地 日立電子株式
会社小金井工場内

(72) 発明者 北村 覚

東京都小平市御幸町32番地 日立電子株式
会社小金井工場内

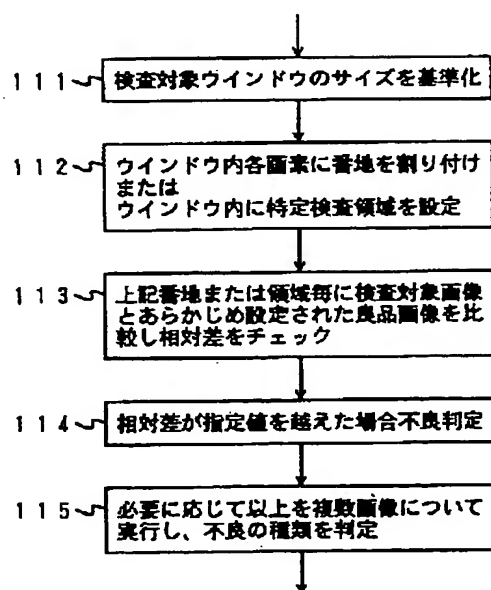
(54) 【発明の名称】 外観検査装置およびその画像処理方法

(57) 【要約】

【目的】 本発明は寸法が100 μ m角前後、場合によっては数十 μ m角程度の微細な物体、たとえば高密度プリント基板に実装されたマイクロはんだポイントやシリコンウエハ上に実装されたパンプ素子などの微細物体を対象とした、外観状態良否判別方式の改善を目的とする。

【構成】 前記の目的を達成するため、本発明では対象物映像の入力手段として、たとえば多段式照明（以下段差照明と呼称）とテレビカメラなどイメージセンサを用いる事を一つの前提として、以下のようなパターン判定を実行する。

- 1) ウィンドウサイズの基準化
- 2) 上記を前提とした個別画素判定方式
- 3) またウィンドウ内にさらに設定された特定領域内の画素判定方式



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 対象物体の外観上の良否を判別する装置において、

検査対象に対する投射角度が相違する複数の照明装置と、該各照明装置により照射される光により 1 つの検査対象に対して得られる複数の対象映像を電気信号に変換するイメージセンサと、該イメージセンサより得られた各投射角度が相違する複数の照明装置からの照明により得た複数の画像によりパターン認識を行うようにしたことを特徴とする外観検査装置

【請求項 2】 請求項 1 記載の外観検査装置において、前記イメージセンサの視野内に検査対象物体に対応して複数のウインドウを設け、該ウインドウ内に検査対象を捉え、該ウインドウ内においてパターン認識を行うようにしたことを特徴とする外観検査装置

【請求項 3】 請求項 1 記載の外観検査装置において、前記イメージセンサの視野内の複数の各検査対象物体に対応して複数のウインドウを設け、該ウインドウ内のそれぞれに検査対象を捉え、かつ該各ウインドウは検査対象の大きさにかかわらず、同一の画素数で構成することを特徴とする外観検査装置

【請求項 4】 請求項 2 記載の外観検査装置において、既知の基準画像位置に対する前記イメージセンサから複数の画像位置のずれから全体の位置ずれの方向を求め、移動装置等の検査対象物体を載置する装置の位置決め分解能以下の誤差を補正するための前記ウインドウの位置補正を行うようにしたことを特徴とする外観検査装置

【請求項 5】 請求項 2 記載の外観検査装置において、前記ウインドウは隣接するウインドウと接しない範囲で、かつ、検査対象物体より大きいことを特徴とする外観検査装置

【請求項 6】 請求項 2 記載の外観検査装置において、前記各照明装置により照射される光により 1 つの検査対象に対して得られる複数の各々の画像毎にパターン認識のための特定の良否判別指標を割り付けたことを特徴とする外観検査装置

【請求項 7】 請求項 2 記載の外観検査装置において、前記ウインドウを構成する各画素毎にその画像に対応した値の個別コードを与え、予め設けた良品しきい値との比較により、前記対象物体の良否を判定することを特徴とする外観検査装置

【請求項 8】 対象物体の外観上の良否を判別する装置で一つの視野で捉える検査対象物体は複数であって、検査対象に対する投射角度が相違する複数の各照明装置により照射される光により得られる 1 つの検査対象に対して各投射角度が相違する複数の対象映像を電気信号に変換し、既知の基準画像位置に対する前記電気信号に変換された検査対象物体の画像位置のずれから検査対象物体全体の位置ずれの方向を求め位置ずれ誤差を補正し、該補正後の画像に対し隣接するウインドウと接しない範

囲でかつ検査対象物体より大きいウインドウを設定し、該ウインドウを検査対象の大きさにかかわらず同一の画素数で構成するようにウインドウサイズを標準化し、該ウインドウ内の画像と予め設定された良品画像との相対値を比較し、該相対値が指定値を越えた場合に不良と判定することを特徴とする外観検査装置の画像処理方法

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は寸法が 100 μm 角前後、場合によっては数十 μm 角程度の微細な物体、たとえば高密度プリント基板に実装されたマイクロはんだボイントやシリコンウエハ上に実装されたバンプ素子などの微細物体を対象とした外観良否判別方式に関し、具体的には形状的良否判別ではなく状態的な良否判別方式の改善に関するものである。

【0002】 以下、内容を単純化し理解を容易にするため、バンプ素子の外形寸法の良否判別を具体対象として技術内容を説明する。バンプ素子とは従来のはんだ接合を用いた電子パッケージよりもさらに高密度コンパクトな電子パッケージを実現するため、IC チップレベルの素子を接合するために用いられるもので、材料的には従来と同様ペーストはんだを用いる場合や Au 材料を用いる場合があり、形状的には球体、扁平球体、あるいは柱状などがある。いずれの場合も複雑な機能を持つ電子回路素子を接合することが目的であるため、微小範囲に多数個の素子が配列されている。電子回路の接合後は外部から見えないため、接合の前段階で各々の素子が所定範囲の寸法形状であるか否かを検査することが信頼性確保の上できわめて重要である。

【0003】

【従来の技術】 従来からバンプ素子など微細物体の外形寸法の良否判別方式の代表例として以下の 2 方式が用いられている。

【0004】 1) 対象有無判定

適当な照射光とイメージセンサを用い、所定位置にバンプ素子が実装されているか否かを検査する方式であり、検査内容が簡単である反面、処理速度が比較的速いという利点がある。

【0005】 2) 対象高さ判定

例えば特許第 2620263 号等々に示されているようにレーザ光とイメージセンサを用い、対象素子が規定の高さを保有するか否かを検査するもので、前記の方式より検査レベルが高度である。

【0006】 これらの方式は既に実用化の段階にあり、各々の検査目的に応じた効果を発揮している。

【0007】 しかしながら、微細物体をバンプ素子に限っていても、その材質、寸法形状、あるいは実装形態も多種多様であり、また、バンプ素子あるいはバンプ接合部の信頼性を一層向上するため、さらに高度で多角的な検査方法の開発が要求されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、このような要求への解決手段の提供を目的としており、具体的にはバンプ素子など微細物体の有無、高さのみならず、形状的な欠陥や異物の付着、あるいは対象物体が実装されている背景領域の異常などの抽出を可能とすることによって、微細物体検査能力の向上に寄与することを目的としている。

【0009】前記の目的を達成するため、本発明では対象物体の映像入力手段として、たとえば多段式照明装置を用いる。多段式照明による外観検査装置は、図2に示すように投射角度が相違する複数の照明装置3-a, 3-b, 3-c, 3-dにより対象物体を順次照射し、テレビカメラなどイメージセンサ4を通じて基板1に実装されている対象物体たとえばバンプ10から得られる複数の映像を入力するもので、従来プリント基板上のはんだ接合部の外観検査に利用されてきた。なお、この多段式照明による外観検査装置の基本特許は特公平5-21403に示されている。イメージセンサ4より得た複数の映像は、変換部5によりデジタル処理された後、記憶装置6に記憶され、認識制御部7がこの記憶情報を基に画像処理を行い、映像内の検査対象の良否判別を実行する。この判別処理は、移動装置2により検査対象を1視野づつ移動しながら対象基板の全領域について実行される。なお、図の8は照明制御部、9は移動装置2の駆動制御部である。

【0010】図の場合、照明装置は垂直落射照明3-aを付加した4段照明であるが、3段のもの、2段のもの等もある。さらに多段照明装置としては一般的な環状照明以外の方法も可能であり、また光学的にはモノクロームのほかカラー方式も利用できる。なお、このような多段照明装置自体は周知である。

【0011】また、検査対象の保持あるいは移動手段またはその駆動装置、テレビカメラなど映像入力手段、あるいは映像信号のデジタル化装置など各要素についても同様である。

【0012】本発明ではこのような多段照明方式を、微細な対象物体の検査に適合させるものである。

【0013】このような微細対象を検査する場合、当然拡大率の高い光学レンズ系を通して映像を入力することになるため、

- 1) レンズ系やテレビカメラによる映像ひずみや分解能の限界
 - 2) 焦点深度が浅いことに伴う映像ぼけ
 - 3) 対象面の散乱特性による映像のあいまいさ
- などの点が原因となって鮮明な映像が得られない場合が多い。

【0014】多段照明方式の本来のねらいは、角度の相違する投射光が、対象面の異なる角度部分で高輝度反射することを利用して、対象の角度分布、言い替えれば対

象の外観形状を認識することにより、はんだ付の外観検査では大きな効果を有する。しかし、より微細な対象物体の場合は、上記の各問題からこのような本来の目的を十分満足する精度のよい映像を得にくい。

【0015】本発明ではこのような段差照明方式を、微細な対象物体の検査に適合させるため、段差照明によって得られる映像の処理について、新たな方法の提案を行うものである。

【0016】数十 μm 程度の微細物体を検査する場合、当然拡大率の高い光学レンズ系を通して映像を入力することになるが、そのような場合の画像処理の技術的問題点として前記1)～3)の他、更に次の点が挙げられる。

【0017】4) イメージセンサの視野が移動装置の位置決め精度に対し相対的に拡大されているため、映像入力時の視野内の対象物位置にばらつきを生じる。

【0018】更にバンプを例にとればバンプ素子外形検査のための画像処理においてはもちろんこれらの点を考慮する必要がある。一方、バンプ素子を実装した対象面の特徴としては、1. シリコンウエハなどに実装されているバンプ素子は、通常、同一パターン分布を持つセグメントが二次元的に多数個繰返し配列された実装条件になっている。2. 電子回路の種類に応じて、バンプ素子には数十 μm から百 μm 以上まで多様な寸法のものが用いられる。

【0019】そこで、本発明では、外観形状を2次元画像の処理により、綿密に解析するのではなく、多段照明映像から得られる、いわば外観状態をパターンマッチング的に把握することで問題を解決しようとするものである。すなわち、多段照明方式を通じて得られる映像は、対象面の外観構造そのものではなくても、外観構造を修飾変形した情報であることになり、かつ複数映像を総合的に利用することにより、複合的な判定処理が可能である。つまり、本発明は形状的な判別ではなく、映像的な良否パターン判定を行うものである。

【0020】

【課題を解決するための手段】本発明は特徴は

- 1) 段差照明装置を用い、この段差照明特有の画像によるパターン認識を行うようにしたものである。
- 2) ステージ位置決め分解能以下の誤差をカバーするための多数決原理によるウインドウの位置補正を行うようにしたものである。
- 3) 検査対象物より広いウインドウを設定し、検査の高速化と拡大ウインドウによるウインドウ特有の死角の低減を図ったものである。
- 4) バンプの良否は絶対値ではなく相対値である点に着目し、検査ウインドウを標準化したものである。バンプの大小に係らず、同一処理アルゴリズムで画像処理、良否判定をする。このため検査ウインドウ画素数の同一にする。等である。

【0021】更にこれらについてより詳しく説明する。

【0022】なお以下の説明においては、バンプ検査を例とする。初めに、段差照明装置を用いたパターン認識によるバンプ検査について説明する。

【0023】本発明では前述のように多段照明方式を、バンプ素子など微細な対象物体の検査に適合させるようにしたものである。多段照明方式を通じて得られる映像は、対象面の外観構造そのものではなくても、外観構造を修飾変形した情報である。かつ多段差による複数映像を総合的に利用することにより、複合的な判定処理が可能である。つまり、形状的な判別ではなく、映像的な良否パターン判定を行うことが本発明の特徴の一つであり、その基本的な動作フローチャートを図1に示し、このフローチャートにしたがって説明する。

【0024】検査ウインドウサイズの基準化のステップ111において、パターンマッチング的な良否判別を容易に行うためには、良否比較画像が同一画素サイズまたは少なくとも整数比であることが不可欠である。したがって第1にこの基準化を行なう。

【0025】ウインドウ内画素番地割り付け、またはウインドウ内特定検査領域の設定ステップ112とパターン比較ステップ113の2つのステップにおいて、ウインドウ内の画素に番地を割り付けることにより、良品パターンとの画素比較判定が可能になる。または、ウインドウ内特定検査領域の設定を設定することによりやはり良品パターンの特定領域との相対比較が可能になる。

【0026】次に相対値が指定値を越えた場合に不良と判定する、不良判定ステップ114、および、必要に応じて、複数の画像について、良否判定結果を分類する不良分類ステップ115と進む。

【0027】前記の画素比較あるいは領域比較の方法として多様なものが考えられるが、基本的に重要なのは、複数の画素の各々に、それに適した判別指標を割り付けることと、それらを適切に組み合わせることにより、不良の分類を可能な範囲で実行することである。

【0028】ただし、このようなパターン比較を確実にを行うため、良品基準パターンと検査パターン相互のパターンの相対位置ずれが所定範囲以内であることが前提となるが、それについては次に説明する。

【0029】以上に述べた本発明の基本原則を用いることにより、対象面に密集して実装された微細寸法のバンプ素子の良否を適切に判別することが可能になる。また、このような考え方はバンプ素子以外の微細物体についても、類似の実装条件を伴う限り拡張的に応用することが可能である。

【0030】次に図3を用い視野内の複数領域の映像による位置ずれ確認と、ウインドウの拡大、ウインドウの標準化等について説明する。なお、このフローチャートについては実施例の説明において、詳細に説明する。

【0031】従来、一般のプリント基板はんだ検査など

における検査対象位置の確認は、プリント基板の周囲に設定されている位置決めマーカにより基板単位で実行する方法、または基板に装着されている部品の周囲に設定されている位置決めマーカにより部品単位で実行する方法、が用いられている。

【0032】しかしバンプ素子のように、より微細な検査対象の場合は前記の事情からこのような方法では位置確認精度が不十分な場合が生じる。

【0033】従って本発明の場合は、位置確認に視野内に含まれる複数の検査対象（またはこれに付随するパターン）を使用し、多数決原理により位置確認を行う。この場合、視野内の対象点が極度に多いなど特別な事情がある場合を除き、全ての検査対象を利用することが望ましい。この動作が図3のステップ312、313、314である。複数の対象点を位置確認に利用することにより得られる利点は、1. 個々の対象点から得られる位置ずれ情報にばらつきがあっても平均化され精度が向上する。2. 多数の対象点が示唆している位置ずれ情報と乖離した情報を示す対象点は、この時点で不良対象として摘出できる。あるいは、各対象点が示唆する位置ずれ情報が全体的に一定以上ばらつく場合は、このブロック全体を不良とみなしうる。3. バンプ素子の実装条件としては、濃淡画像として明確に検出可能な大きめのパッド上に実装されている場合と、検出が困難な小さなパッドまたは回路部分に実装されている場合、とがあるが、後者の場合は必然的に画像的にばらつきを伴う素子自体を位置確認に使用せざるを得ないことから、多数決原理が有効である。

【0034】次に検査領域より広い拡大ウインドウの設定について説明する。

【0035】前記の方法により複数の検査点を含む視野の位置ずれが確認されると、次に各検査対象の良否判定を実行するための検査用ウインドウを設定する。このウインドウは、後述するようにその内部に含まれる各画素を情報処理に適したコードに変換し、このコードパターン分布を利用して対象の良否判別を行うために設定する。従来、このウインドウは検査対象領域と合致したサイズで形成するのが一般的である。

【0036】これに対し、本発明では検査対象領域より大きい、例えば1. 2倍あるいは1. 5倍の大きさを持つ拡大ウインドウを使用する。この動作がステップ316である。拡大ウインドウを使用する理由は、1. バンプ接合の信頼性に影響を与える異物がバンプ周囲に付着した場合の検出が可能となる。2. バンプ接合の信頼性に影響を与える、隣接したバンプ領域との間に生じた短絡ブリッジの検出が可能となる。3. バンプ実装位置に若干の位置ずれがあった場合でも、その全体画像が包含され、寸法などの良否計測が可能となる。

【0037】次にウインドウサイズ（画素数）基準化に

【0038】このように設定されたウインドウのサイズはバンプ素子の寸法により多様である。むろん従来のはんだ付け検査等の例のように、この状態で対象の検査は可能である。しかし、ここでは各種のサイズのバンプ素子について、統一したサイズ、つまり映像画面の水平方向（H方向）および垂直方向（V方向）を同一画素数の大きさに基準化する。この部分がステップ317である。その理由は、1. バンプ素子の欠陥が信頼性に与える影響は、欠陥の絶対値ではなく欠陥サイズの素子サイズに対する比率である。寸法が異なるバンプに対し統一サイズのウインドウを用いるのは欠陥の比率を知る上で適切な方法である。2. ウインドウサイズの統一、つまりウインドウ内の画素数の統一により、良否判定アルゴリズム自体に一般性があり、簡単化することが可能となり、結果的に処理速度が向上する。3. ウインドウサイズの統一は、対象に対する相対位置精度が確保されている限り、画素の番地が対象の位置に対応しており、パターン認識処理が容易に行える場合が多い。

【0039】次にステップ318の個別コード化について説明する。

【0040】先にも触れたように、対象良否判定はウインドウに対応した多段映像を直接使用するのではなく、各映像を利用し画素単位でコード化するのが一般的である。コード化は画像前処理に相当し、判別処理を適切に行うための手段である。

【0041】従来のはんだ検査では多段映像を用いて画素単位の角度コードを設定する方法が採用されていた。しかし、ここではそのような複合コードではなく、各映像毎の単一コード化を行うのを基本とする。この場合のコード化の方法は、一定以上の映像レベルを2値化あるいは3値化する方法、一定以上の輝度レベルを10段階程度のコードに変換する方法などが考えられる。このように、映像個別のコード化を採用するのは以下の理由による。

【0042】技術課題で述べたように、微細な対象の場合は鮮明な高精度映像が得られない場合が多い。対象の光学反射特性に散乱特性を含む場合も同様である。このような場合は、複合的なコード情報より、個別コードによる情報を複合する方が、より適切な良否判別が行える可能性を持つ。

【0043】以上に述べた本発明の基本原則を用いることにより、対象面に密集して実装された微細寸法のバンプ素子の良否を適切に判別することが可能になる。また、このような考え方はバンプ素子以外の微細物体についても、類似の実装条件を伴う限り拡張的に応用することが可能である。

【0044】以下、実施例によりバンプ検査を例にして、本発明の内容をより具体的に説明する。

【0045】

【発明の実施の形態】以下図面を用い実施例について説

明する。なお、図面は、全図を通じ同一のものには同じ参照符号を付している。

【0046】実施例を説明する前に、発明の具体対象であるバンプ素子の外形および映像のモデルを図4および図5に示し、説明する。バンプ素子を実装した対象面の特徴としては以下の点が挙げられる。

【0047】シリコンウエハなどに実装されているバンプ素子は、通常、同一パターン分布を持つセグメントが二次元的に多数個繰り返し配列された実装条件になっている。また、バンプは電子回路の種類に応じて、バンプ素子には数十 μm から百 μm 以上まで多様な寸法のものが用いられる。

【0048】図4は扁平タイプの球状バンプの例である。図において（a）は対象の側面図であり、10はバンプ素子、40はバンプ素子10をウエハなどの基板1に接合するためのパッドまたはランドである。このようなバンプ素子の多段照明映像モデル（b）、（c）に示す通りである。（b）、（c）において、20-aは上段照明により得た映像、20-bは下段の照明より得た映像である。また、白い部分は高輝度、ハッチングを施した部分は低輝度領域を示している。たとえば比較的上方向からの照明に基づく映像は（b）のようにバンプ上部中央の比較的平坦な領域において輝度レベルが高く、比較的横方向からの照明に基づく映像は（c）のようにバンプ周囲の比較的勾配の高い領域において輝度レベルが高い。101は高輝度領域、102は低輝度領域を示す。

【0049】一方、図5は柱状バンプの例である。柱状といえどもミクロに見た場合は（a）の側面図のように、形状的な丸みやだれがあり、これが多段照明による映像として（b）、（c）に示すようにとらえられる。すなわち比較的上方向からの照明に基づく映像は（b）のようにバンプ上部中央の比較的平坦な領域において輝度レベルが高く、比較的横方向からの照明に基づく映像は（c）のようにバンプ周囲の比較的勾配の高い領域において輝度レベルが高いのは図4の場合と同様である。

【0050】このように投射角度が相違する照明により対象の外観状態に対応した複数の映像が得られ、それぞれを比較することにより良否判別が可能となる。

【0051】図3は本発明の実施例におけるバンプ検査ステップを示すフローチャートであり、良否判定ステップ11に付いては図1に、より詳細に展開、示している。なお、図1における検査ウインドのサイズを標準化するスルステップ111は図3の画像サイズ標準化ステップ317と実質的に同じであり、図3に示す段階で行ってもよいし、図1の段階で行ってもよい。ダブって行う必要はない。

【0052】以下、この図3に示すフローチャートに示す順に従い、実施例について詳細に説明する。

【0053】初めに、このバンプ検査装置の概略的な構

造は図2に示すものであり、段差照明装置の動作については先に説明した通りである。

【0054】図2に示すイメージセンサ4からの映像信号は変換部5にてデジタルデータに変換され、記憶装置6に記憶される。記憶装置6に記憶された各段の照明装置3-a、3-b、3-c、3-dからの照明より得たデータである。認識制御部ではこのデータを基に以下、詳細に説明するようにパンプ検査を行う。

【0055】まず、ステップ311において、映像データにパンプ欠陥以外の不具合、例えば、イメージセンサ4の異常に伴うデータの異常、変換部5の故障等がないかをチェックする。次に、ステップ312にてパンプ位置のずれが同一方向かチェックする。この時、すべてのパンプ位置にずれがあれば、ステップ315にて補正値を求め、位置ずれ補正を行う。一部のパンプのみに位置ずれがある場合には乖離している対象情報を除外し、一部不良とする(ステップ313)。次に、位置ずれの傾向をみて、位置ずれが同一傾向で、一定値を超えている場合は全体不良とする(ステップ314)。一定値以下の場合にはステップ315に移る。

【0056】次に、このステップ312からステップ315までの動作について、図6、図7、図8を用いて説明する。

【0057】図6から8に、検査視野内の対象位置ずれ確認方法の実施例を示す。例えばシリコンウエハ基板に多数個実装されたパンプ素子の良否判別を行う場合、相対的に広いウエハ面を光学系の設計条件に対応した小区画に分割し、1区画づつ検査を行うことになるが、図6はその1区画分、つまりイメージセンサ4の1視野に対応した入力映像のモデルを示している。同図の場合、1角視野に6つのウインドウが存在する。611は視野、点線の正方形12は対象に位置ずれがない場合の対象素子のあるべき位置、つまりNCデータベースの対象位置、実線の正方形の映像位置10は位置決め誤差を伴った対象素子の映像位置を示している。図7は視野611内の対象素子の実映像の座標aからfがデータベース上の位置座標から、垂直(Vと称する)方向および、水平(Hと称する)方向にどれくらいずれているかを座標で示したものである。

【0058】図8は映像位置10-aの実映像位置20-aとデータベース上のウインドウ位置12-aと実映像の高輝度部分の積分特性を示す。

【0059】このうち対象の映像位置10-aを例にとって映像状態を示すと図6のaのようになる。すなわち、映像位置10-aの実映像20-aは、NCデータベースのウインドウ位置12-aに対し、+V、-H方向にずれた状態にある。ここで、NCウインドウ内の高輝度映像領域をH方向に積分すると30の曲線が得られ実際の対象が+V方向にSVずれていることが分かる。直角方向について同様な処理を行えば-H方向へのずれ

も確認できる。なおこの場合のH方向、V方向へのずれ確認には種々の方法を探り得る。

【0060】各検査対象についてこのような位置ずれを調べると図7が得られる。図7において多数の対象が同一の位置ずれ傾向(矢印A方向)を示すのに対し、対象10-cは異なった傾向(矢印B方向)を示す。この場合10-cは不良であるとみなし、他の同傾向の対象のずれ傾向を平均化して、当該視野の位置ずれと判定する。

【0061】位置ずれが確認されると、これを利用した検査ウインドウの設定処理を行う。すなわち図9に示すように点線で示したNCウインドウ12に対し位置補正を行った実線の検査ウインドウ13を設定するが、本発明では実線で示したように、さらに拡大したウインドウ14を検査に用いる。この拡大ウインドウの設定は図3のステップ315に示す。つまり、この拡大ウインドウの大きさは隣接するウインドウと接しない範囲で、かつ、検査対象物体より大きいものとなる。

【0062】これによって、図10の21のように規定より大きなサイズで実装された対象寸法の計測が可能になる。あるいは、22で示すような異物等の付着状態の有無の検査も可能である。さらにパンプ素子が実装されている周囲領域における薬品汚染のチェックにも利用できる。従って拡大ウインドウは、検査目的に応じた広さに設定することが望ましい。

【0063】ウエハパンプのように、ウエハ上に多数のパンプが存在する場合、その全体を画像処理により検査すると、膨大な時間がかかる。そこで、ウインドウを設定し、そのウインドウ内のパンプだけを検査するのであるが、一方、パンプ素子の周辺領域にも前述のような欠陥があり、パンプに近ければ欠陥となる。そこで、このように、拡大ウインドウを用いれば、品質に影響を与えるような、パンプ近傍の欠陥を検出することが出来、しかも、全体を画像処理する場合に比べはるかに短時間で、検査する事が出来る。

【0064】次に、図3の画像サイズ標準化ステップ317、各映像の個別コード化ステップ318について説明する。

【0065】ウインドウ内の映像情報を画像処理に適したコード情報に変換する場合、同時にその全体サイズを所定の大きさに基準化する。この画像サイズの基準化ステップ317の方法としてはいくつか考えられるが、図11の例は1次元づつ基準化していく方法を示している。

【0066】すなわち、同図(a)に示すように実際の画像がM×M(画素)である場合、これを所定のN×N(画素)に基準化する手順として、(b)のように、まずH方向のサイズを基準化し、さらに(c)のようにV方向のサイズを基準化する。各々の基準化段階で新たなコード数値は前段階の数値を比例配分する方法で決定さ

れる。またM、Nは特に整数比である必要はない。

【0067】なお、図11の例では説明の都合上、あらかじめ1桁数値にコード化された状態からのサイズ基準化手順を示しているが、実際には以下の各方法が可能である。

【0068】1) 輝度情報をベースに基準化処理を行った後、コード化処理を実行する。

【0069】2) 基準化処理のいずれかの段階でコード化処理を実行する。

【0070】3) 基準化処理を行った後、コード化処理 10

を実行する。

【0071】通常は2)の方式に利点がある。

【0072】次に、図3、図1に示す良否判定11の動作に付いて説明する。

【0073】図12は図4(a)にその側面形状を示したバンプから得た映像のモデルを示す。

【0074】図12は扁平タイプの球状バンプ例にしており、また多段照明としては図2に示した4段を想定している。多段照明の構成方法は任意であるが、例えば4 20
段照明の内、対象物体を垂直方向から照射する上段照明3-aは、やはり対象の真上にあるテレビカメラ等のイメージセンサ4と複合構造となっている落射照明である。他の中上段3-b、中下段3-c、ならびに下段照明は3-d、たとえば発光素子を多数用いた環状照明を用いる。図において10はバンプ素子、40はこれをウエハなどの基板1に接合するためのパッドまたはランドである。このようなバンプ素子の多段照明映像モデルは図の図4(a)に示す通りである。図12において、白い部分は高輝度領域101、ハッチング部分は低輝度領域102を示している。たとえば上段照明3-aに基づく映像は(a)のようにバンプ上部中央の比較的平坦な領域において輝度レベルが高い。中上段照明3-bに基づく映像は(b)、中下段照明3-cに基づく映像は(c)、比較的横方向からの下段照明3-dに基づく映像は(d)のようにバンプ周囲の比較的勾配の高い領域において輝度レベルが高く、他の照明による映像も対象のそれぞれの角度部分において高輝度となる映像を提供する。ただし、実際には、各々の高輝度領域はここに示したモデル図より重複的である。

【0075】このような多段照明映像をバンプ素子の各種の不良に適用した場合の画像モデルは図13のようになる。これからわかるように、上段映像3-aは表面状態の不良摘出に、また、下段照明3-dは素子周囲の不良摘出に適しており、また他の照明映像は不良分類を明確にするためのサポート情報としての意味が大きい。例えば、側面形状131に示すようにバンプに突起がある場合には、上段照明3-aの画像1311にはその特徴は現れないが、中上段照明3-b、中下段照明3-c、下段照明3-dの画像1312、1313、1314にはその特徴が現れる。側面形状132のようにバンプに 50

凹みや欠けがある場合には、中上段照明3-b、中下段照明3-c、下段照明3-dの画像1322、1323、1324には正常バンプと同じ形状が現れるが、上段照明3-aの画像1321にはその特徴は特徴が現れる。また、側面形状が133のような異物付着の場合には1331、1332、1333、1334の各段の照明の画像にその特徴が現れる。また、このような複数の映像を利用して対象の良否判別を行う場合前に説明したような画像処理に適した形に変換したコード信号を利用する方法がある。しかし、映像原信号を直接利用する方法もあることは言うまでもない。いずれを採用するかは必要に応じて選択する。

【0076】図14、図15、図16は、図13に示した分析結果をもとに構成した外観状態良否判別方法の実施例を示している。図において14は検査対象に対応して設定された検査ウィンドウ、15、16、18は検査ウィンドウ内に設定された状態比較のための特定領域を示す。また、17、19、20は検査ウィンドウ内の検査対象の映像である。この実施例では、局面により、各段の映像それぞれに独立に異なる目的の判定指標すなわち、サイズ検査、上面検査、周囲検査を与えた形を採っているが、それぞれについて次に説明する。

【0077】図14を用いてサイズ検査について説明する。

【0078】バンプ接合の信頼性向上のためにはバンプ素子のボリューム(量)が一定範囲にあることが重要であり、このための検査方法としてここではサイズ検査を行う。その方法としてもっとも単純なパターン判定方法は、ウィンドウ14内のいずれかの映像が高輝度である部分の画素数を計測することである。ないしは対象の外径15に対応している映像20の下段照明映像高輝度領域の外周部の画素数を計測することである。

【0079】このような方法は対象の真円度や直径など形状判定ではないが、外径の大きさを修飾変形されたパターンを計測したことになり、結果的にボリューム判定の一種であるといえる。

【0080】なお、バンプ素子が反射率の高いパッド面に実装されている場合は、検査の前段階でこのパッド領域の映像をマスクする。

【0081】次に上面検査について、図15により説明する。

【0082】対象上部の傷などの検査、場合によっては対象上面の異物付着の検査を行う。これらの欠陥が一定以上になるとバンプ接合強度が低下するためである。この目的に対しもっとも敏感なのは上段照明映像であり、図に示した判別用特定領域16を設定し、この領域内映像17の上段映像高輝度画素数が良品のそれから乖離していないかどうかをチェックする。

【0083】上段照明映像はこのような不良に対し敏感ではあるが、それが凹みなのか突起なのかの細項目判定

ができない場合がある。これを補うため、中上段、または中下段映像に対する判別用特定領域を設定し、これから得られる情報を基に不良分類を行う。

【0084】次に周囲検査について、図16を用いて説明する。

【0085】対象周囲の形状欠陥または異物付着について下段照明を用いる。この場合も、例えば図の18に示した位置に判別用特定領域を設定し、この領域18内対象映像19の下段映像高輝度画素数が、良品のそれから乖離していないかどうかをチェックする。

【0086】下段照明により得られる映像はこのような不良に対し敏感ではあるが、それが異物なのかはんだブリッジなのかの細項目判定ができない場合がある。これを補うため、判別用特定領域内の中上段、または中下段映像から得られる情報を基に不良分類を行う。

【0087】図17は、複数映像のいずれか一つについて、良品対象があるべきパターンを示している。内容を平易にするため、既に映像原信号ではなく、1桁の数値にコード化された画像パターンで示しており、かつ画像サイズも8×8の小規模な内容となっている。図のaは各画素単位の下限值、bは上限値であり、両者を併せ、検査対象の画像パターンがこの範囲にあれば良品であるという限界値を示している。

【0088】これに対し、図18のa)およびb)は、それぞれ検査対象の画像パターン(2)であり、これを前記の良品パターン範囲からの偏差値として表したものが(3)である。これからa)は偏差値の累計が0であることから良品、b)は偏差値累計が画像パターン左下領域において大きいことから、異物付着等の不良と判定する。

【0089】ただし、このようなパターン比較を高速に行うため、良品基準パターンと検査パターンは二次元的に同一画素であるか少なくとも整数倍比率であることと、相互のパターンの相対位置ずれが所定範囲以内であることが前提となる。

【0090】逆にいえば、位置ずれが大きい場合は、それに対応したマクロな比較判定が必要になり、たとえば同一番地周辺の複数画素を含む平均値の比較法が考えられる。また、映像原信号をサイズ基準化する場合のサイズを小さくし、結果的にマクロ判定としても良い。なお、照明装置に関しては、必ずしも段差照明でなくと

も、検査対象に対し異なる照射角で光をあてることができればよく、例えば、二次元平面状の同心円上に複数の環状光源を設けてもよい。また、以上の説明ではバンプ検査装置を例として説明が、これに限らず、あらゆる物体の検査に実施することができ、特に微細物体の検査に最適である。

【0091】

【発明の効果】以上の説明から明かなように、本発明によれば多段照明を利用した光学装置をベースに、バンプ素子など微細な対象物の外観状態判別が可能になり、これを利用した検査装置の実現を通じた高密度電子機器の信頼性向上など、工業的な効果大きい。

【0092】特に本発明によれば、高精度の検査はもちろんのこと、ウインドウによる検査による高速化の効果も大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例のフローチャート。

【図2】本発明の実施例で使用する多段照明式検査装置の概念図。

【図3】本発明の実施例のフローチャート。

【図4】バンプ形状の説明図。

【図5】バンプ形状の説明図。

【図6】本発明の実施例の動作説明図。

【図7】本発明の実施例の動作説明図。

【図8】本発明の実施例の動作説明図。

【図9】本発明の実施例の動作説明図。

【図10】本発明の実施例の動作説明図。

【図11】本発明の実施例の動作説明図。

【図12】本発明の実施例の動作説明図。

【図13】本発明の実施例の動作説明図。

【図14】本発明の実施例の動作説明図。

【図15】本発明の実施例の動作説明図。

【図16】本発明の実施例の動作説明図。

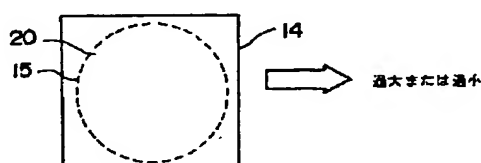
【図17】本発明の実施例の動作説明図。

【図18】本発明の実施例の動作説明図。

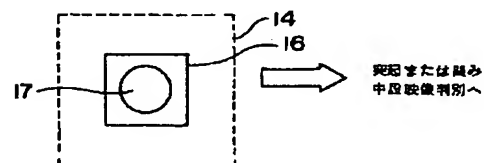
【符号の説明】

1 基板、2 移動装置、3-a, 3-b, 3-c, 3-d 多段照明装置、4 イメージセンサ、5 変換部、6 記憶装置、7 認識処理部、8 照明制御装置、9 移動装置制御装置、10 バンプ、11 良否判定ステップ。

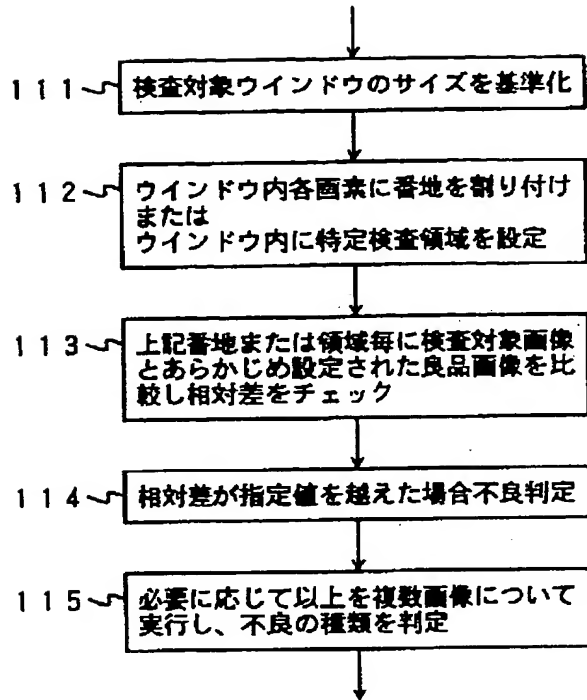
【図14】



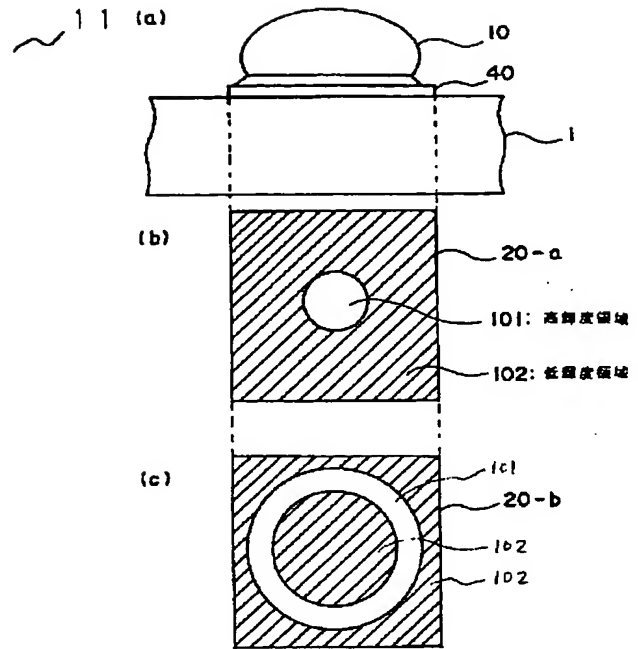
【図15】



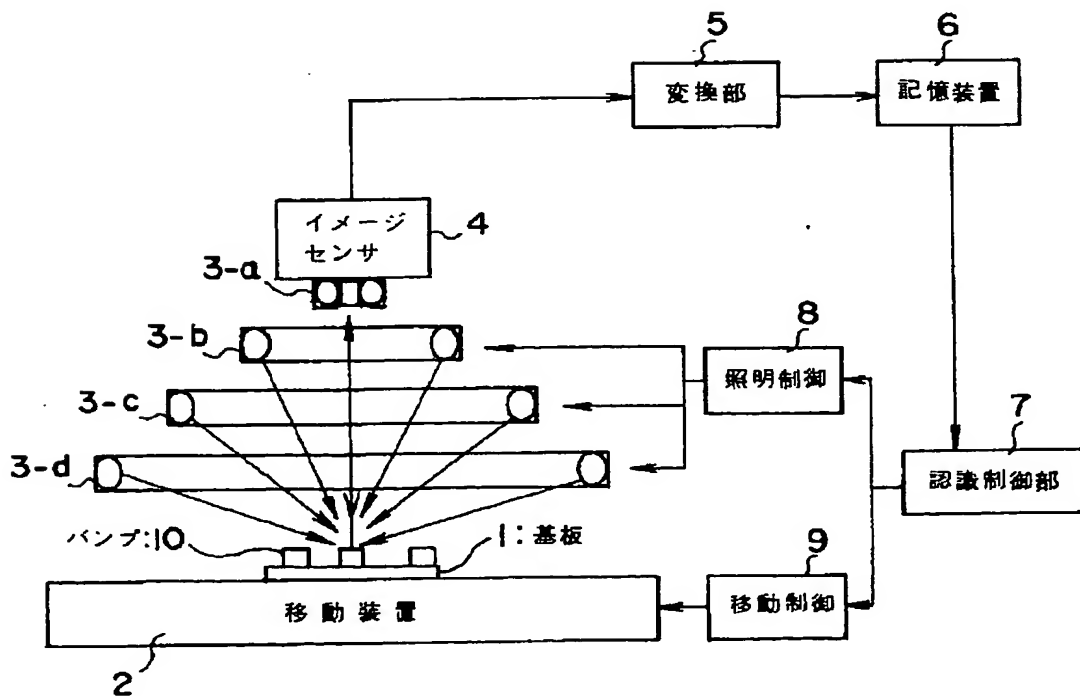
【図 1】



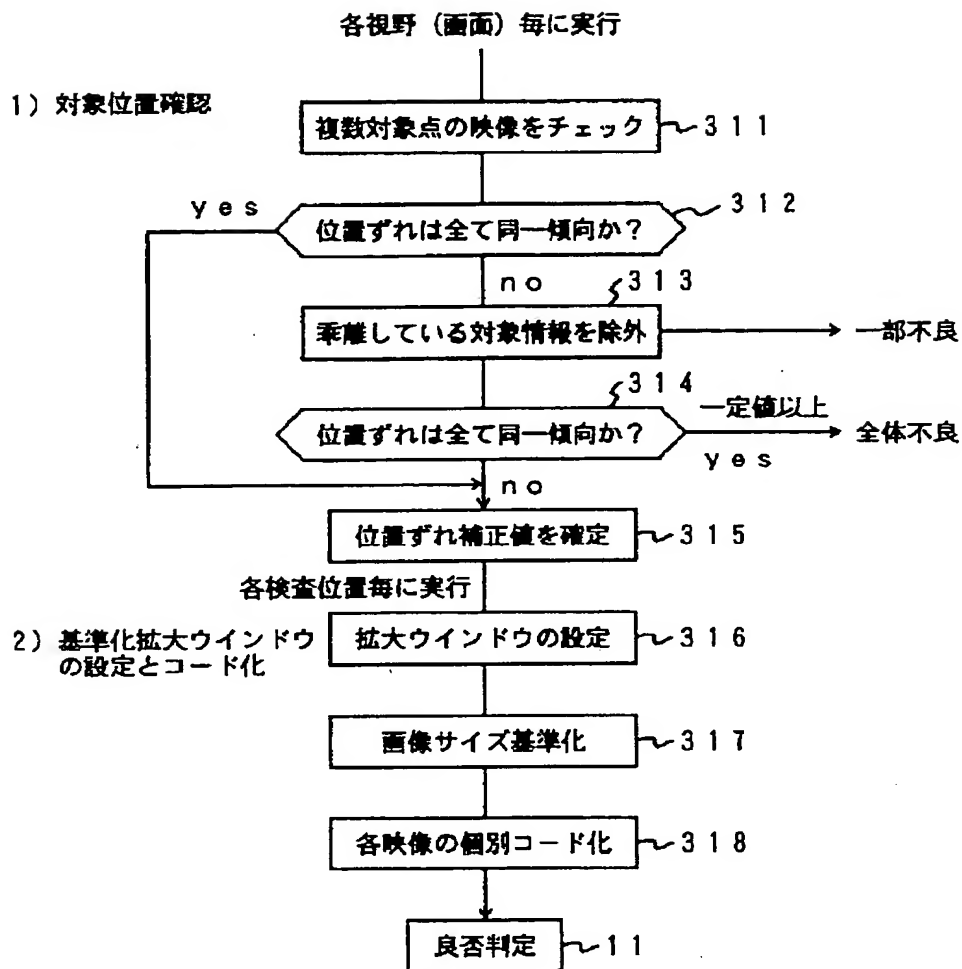
【図 4】



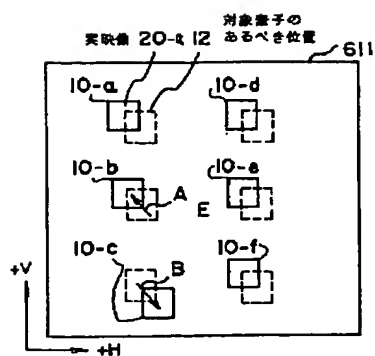
【図 2】



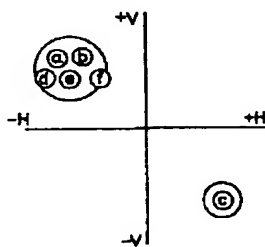
【図 3】



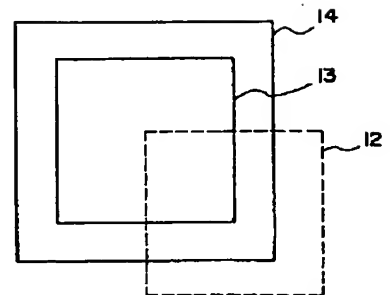
【図 6】



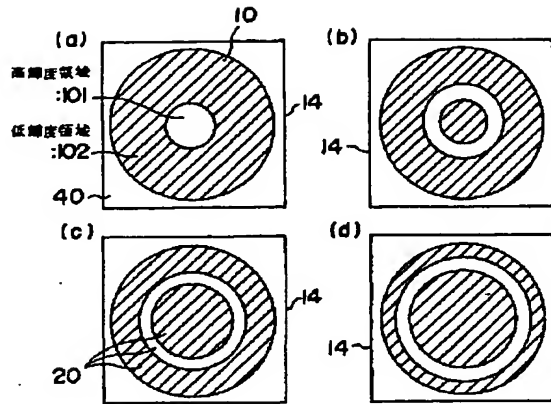
【図 7】



【図 9】



【図 12】



【図 17】

(1) 良品基準
a. [下限値]

0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	2	2	2	2	0	0
0	2	2	2	2	2	0	0
0	2	2	*	*	2	2	0
0	2	2	*	*	2	2	0
0	2	2	2	2	2	2	0
0	0	2	2	2	2	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

b. [上限値]

1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	4	4	4	4	1	1
1	4	4	4	4	4	1	1
1	4	4	*	*	4	4	1
1	4	4	*	*	4	4	1
1	4	4	4	4	4	4	1
1	1	4	4	4	4	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1

15

【図 13】

不良種別	突起	凹み/欠け	異物の付着
側面形状	131	132	133
図明	1311	1321	1331
3-a			
図明	1312	1322	1332
3-b			
図明	1313	1323	1333
3-c			
図明	1314	1324	1334
3-d			

【図 18】

(2) 検査情報		(3) 個差値																																																																																																																																	
a)	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>3</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> </table>	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	3	3	3	3	0	1	1	3	2	3	3	3	2	1	0	2	2	3	3	3	2	1	1	2	3	3	3	3	3	1	1	3	2	2	3	3	2	1	1	2	2	3	3	3	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>*</td><td>*</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>*</td><td>*</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	*	0	0	0	0	0	0	*	*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	良品
0	1	1	0	0	1	1	0																																																																																																																												
0	1	3	3	3	3	0	1																																																																																																																												
1	3	2	3	3	3	2	1																																																																																																																												
0	2	2	3	3	3	2	1																																																																																																																												
1	2	3	3	3	3	3	1																																																																																																																												
1	3	2	2	3	3	2	1																																																																																																																												
1	2	2	3	3	3	0	0																																																																																																																												
1	1	1	0	1	1	0	1																																																																																																																												
0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																												
0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																												
0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																												
0	0	0	*	*	0	0	0																																																																																																																												
0	0	0	*	*	0	0	0																																																																																																																												
0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																												
0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																												
0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																												
b)	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr><td>0</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>5</td><td>4</td><td>2</td></tr> <tr><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>3</td><td>5</td><td>4</td><td>4</td><td>4</td><td>3</td><td>1</td></tr> <tr><td>4</td><td>5</td><td>4</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	3	3	3	3	0	1	1	3	4	5	4	3	2	3	0	2	3	3	3	5	4	2	1	3	5	4	4	4	5	3	2	3	5	4	4	4	3	1	4	5	4	3	3	3	2	1	3	4	2	1	1	0	1	1	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>*</td><td>*</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>*</td><td>*</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>3</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	*	*	1	0	0	0	0	1	*	*	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	2	3	1	0	0	0	0	0	不良
1	0	1	0	0	1	1	0																																																																																																																												
0	1	3	3	3	3	0	1																																																																																																																												
1	3	4	5	4	3	2	3																																																																																																																												
0	2	3	3	3	5	4	2																																																																																																																												
1	3	5	4	4	4	5	3																																																																																																																												
2	3	5	4	4	4	3	1																																																																																																																												
4	5	4	3	3	3	2	1																																																																																																																												
3	4	2	1	1	0	1	1																																																																																																																												
0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																												
0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																												
0	0	0	1	0	0	0	0																																																																																																																												
0	0	0	*	*	1	0	0																																																																																																																												
0	0	1	*	*	0	1	0																																																																																																																												
1	2	0	0	0	0	0	0																																																																																																																												
3	4	0	0	0	0	0	0																																																																																																																												
2	3	1	0	0	0	0	0																																																																																																																												

[注] * : 判別比較不要な箇所を指す